

Invertebrados associados a serrapilheira em plantas de sub-bosque em uma área de mata atlântica

Kele Rocha Firmiano*, Juliana Costa Braidotti* e Hanna Haiane Silva Vitor*

Programa de Pós Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre - ECMVS.
Universidade Federal de Minas Gerais.

¹ kelerocha@gmail.com

² julibrai@gmail.com

³ hanna.haiane@yahoo.com.br

Manuscrito a ser submetido à Revista de Biologia Tropical

Resumo

A serrapilheira é composta principalmente por folhas em diferentes estágios de decomposição. Sua maior abundância é encontrada no solo, mas ela pode se acumular em outros estratos. Estudamos a macrofauna associada à serrapilheira em *Erithrochiton brasiliensis* e testamos as seguintes hipóteses: i) a biomassa de serrapilheira acumulada aumenta à medida que aumenta a complexidade estrutural da planta; ii) a riqueza de invertebrados aumenta em função do maior acúmulo de serrapilheira. Esse estudo foi realizado no Parque Estadual do Rio Doce, maior remanescente de Mata Atlântica em Minas Gerais. A serrapilheira foi coletada por batimento, a biomassa determinada, e os organismos fixados e identificados em nível de morfoespécies. Além disso foi determinada a estrutura populacional. *E. brasiliensis* apresentou um padrão agregado em manchas. Foram identificadas 57 morfoespécies, distribuídas em 13 ordens. A biomassa de serrapilheira aumentou com a complexidade estrutural da planta, e a riqueza de invertebrados teve uma relação positiva com a biomassa. Conclui-se que a heterogeneidade da vegetação resulta em alta complexidade espacial que juntamente com o aumento da biomassa de serrapilheira, permite uma diversificação de condições que abriga um grande número de espécies associadas.

Palavras-chaves: matéria-orgânica, complexidade estrutural, macroinvertebrados, *Erithrochiton brasiliensis*, decomposição.

Introdução

A serrapilheira é composta por detritos de várias origens, sendo nos trópicos principalmente formada por folhas (Morellato, 1992) em diferentes estágios de decomposição (Begon *et al.*, 1986). Apesar de ser mais abundante no solo, a serrapilheira pode ser acumulada também sobre emaranhados de trepadeiras, epífitas, folhas e ramos de árvores dando uma estrutura tridimensional à matéria orgânica morta (Longino & Nadkarni, 1990). Por ocorrer em diferentes microambientes, diferem em vários aspectos tais como umidade, temperatura, área e volume, que determinam a

presença das espécies nos acúmulos de serrapilheira (Longino & Nadkarni, 1990; Correia & Oliveira, 2000). A produção de serrapilheira juntamente com a heterogeneidade da vegetação resulta em alta complexidade espacial, permitindo que essa diversificação de condições abrigue um grande número de espécies de formigas e outros invertebrados (Siqueira *et al.*, 2012).

A produção e decomposição da serrapilheira possibilita a transferência de matéria orgânica, nutrientes e energia da vegetação para o solo (Deliti, 1998). Esse processo está diretamente relacionado com a temperatura média, velocidade do vento e ação pluviométrica (Pires *et al.*, 2006), sendo também acelerado pelas atividades de trituração e fragmentação da matéria orgânica, tais como a que ocorre devido à ação de mastigação dos detritívoros, rompendo células e expondo o conteúdo e as superfícies das paredes celulares. (Schumacher *et al.* 2003).

A fauna de invertebrados em serrapilheira é composta, principalmente, por decompositores e detritívoros. As atividades destes organismos influenciam diretamente nas características do solo, como a humificação, mineralização e porosidade alterando a retenção de água e as trocas gasosas (Lal, 1988), além de alterar a composição química do solo transformando os nutrientes retidos na forma orgânica em inorgânica para novamente estarem disponíveis aos produtores (Bragazza *et al.* 2007). Dentre esses, podemos destacar os grupos Acari, Collembola, Coleoptera e Myriapoda, que ocorrem em todos os tipos de habitats terrestres, atingindo uma alta riqueza e abundância nesse sistema (Begon *et al.* 2007). Os predadores como os grupos Aranae, Opiliones e Pseudoescorpiones desempenham papel importante na cadeia trófica (Silva *et al.*, 2012). Os artrópodes de solo, que apresentam vida sedentária, como Collembola, Isopoda e Diplopoda, são importantes indicadores de qualidade do solo diferindo dos insetos voadores que possuem uma ampla locomoção (Van Straalen, 1997). Neste trabalho, nosso objetivo foi testar as seguintes hipóteses: i) a biomassa de serrapilheira acumulada aumenta à medida que aumenta a complexidade estrutural da planta e, ii) a riqueza de invertebrados aumenta em função do maior acúmulo de biomassa de serrapilheira.

Material e métodos

Área de estudos

O estudo foi conduzido no Parque Estadual do Rio Doce (PERD), unidade de conservação, situada a 248 km de Belo Horizonte, na região do Vale do Aço. O PERD constitui a maior área remanescente de mata atlântica no estado de Minas Gerais, cobrindo um território de aproximadamente 36.000ha (Lopes *et al.*, 2002). Possui um sistema hídrico que corresponde a 6% da área total do parque, com cerca de 40 lagoas. Em seu entorno observam-se atividades de mineração, siderurgia e plantações de *Eucaliptus* sp, que geram conflitos de ocupação de área (IEF, 2012).

Amostragem dos invertebrados

Para a coleta dos macroinvertebrados associados à serrapilheira, foram amostrados aleatoriamente 30 indivíduos de *Erythrochiton brasiliensis* localizados na trilha do Vinhático, uma área utilizada em atividades de educação ambiental e pesquisa. *E. brasiliensis* é uma planta da família Rutaceae, que possui ampla folhagem e flores brancas e está distribuída no Brasil, Bolívia e Peru (Souza & Lorenzi, 2008). Suas folhas possuem inserção opostas e alternas, formando uma roseta no ápice. Observamos em campo que a arquitetura desta planta favorece o acúmulo da serrapilheira que era predominantemente composta por folhas das espécies arbóreas imediatamente acima das manchas de *E. brasiliensis*, mas também foram encontrados galhos, flores e frutos, assim como folhas da própria *E. brasiliensis*.

A serrapilheira acumulada foi coletada por batimento, sendo que toda a copa da planta foi acondicionada em saco plástico para evitar perda de serrapilheira e fuga dos invertebrados. Em laboratório o material foi peneirado (500µm) e somente a porção retida nesta peneira foi triada. Os organismos foram separados manualmente, fixados em álcool a 70% e identificados em nível de morfoespécies.

Para determinar a biomassa da serrapilheira, o material coletado foi secado em estufa por 72hs a 60°C. Após esse período, o material foi pesado em balança de precisão e descartado.

Para a determinação da estrutura populacional da *E. brasiliensis* foram amostrados 110 indivíduos, onde foram mensuradas altura total, altura da copa, número de folhas, presença de haste. Todos os indivíduos amostrados foram marcados para estudos futuros.

Análise dos dados:

Para testar o efeito da arquitetura da planta sobre o acúmulo de biomassa de serrapilheira, e se este influencia a riqueza de invertebrados, foram construídos modelos lineares generalizados (GLMs) (Crawley, 2007). A biomassa da serrapilheira foi inserida no modelo como variável resposta sendo as variáveis explicativas altura e número de folhas. Em um outro modelo a riqueza de invertebrados foi inserida como variável resposta e a biomassa de serrapilheira, variável explicativa. Os modelos completos foram submetidos a análise de resíduos para adequação da distribuição de erros. Os modelos mínimos foram construídos com a omissão das variáveis não significativas do modelo completo. Todas as análises foram realizadas no programa R (R CoreTeam, 2012).

Resultados

A população de *E. brasiliensis* apresentou um padrão agregado em manchas populacionais com altura média dos indivíduos de 87cm e floração a partir dos 26cm (fig.1). Ao todo foram identificadas 57 morfoespécies de invertebrados associadas a serrapilheira nos indivíduos amostrados, distribuídas em 13 ordens. A ordem mais abundante foi Araneae, com 14 morfoespécies, seguida de Coleoptera com dez morfoespécies e Hymenoptera com sete morfoespécies. (tab.1).

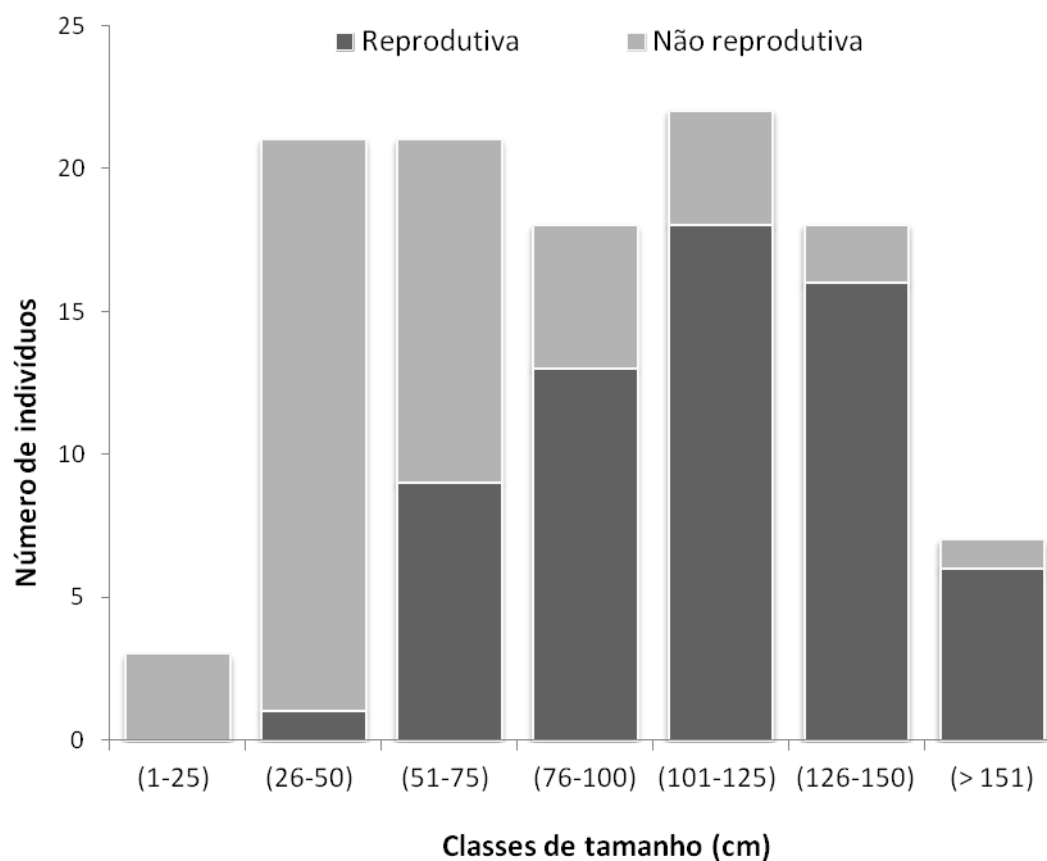


Figura 1. Estrutura populacional de *E. brasiliensis*. Os 110 indivíduos amostrados foram distribuídos em 7 classes de tamanho (cm). A maioria dos indivíduos reprodutivos (presença de haste floral) começaram a reproduzir entre 51-75 cm, no entanto, foram encontrados indivíduos reproduzindo a partir de 26 cm.

Tabela 1. Composição de morfoespécies de macroinvertebrados associados à serrapilheira acumulada em *E. brasiliensis* coletados no PERD em junho de 2012.

| <i>Taxa</i> | <i>Morfo-espécies</i> |
|-------------------|-----------------------|
| Arthropoda | |
| Insecta | |
| Blatodea | 2 |
| Coleoptera | 10 |
| Collembola | 1 |
| Diptera | 1 |
| Heteroptera | 6 |

| | |
|-------------------|----|
| Hymenoptera | 7 |
| Lepdoptera | 3 |
| Orthoptera | 5 |
| Arachinida | |
| Aranae | 14 |
| Acari | 5 |
| Opiliones | 1 |
| Pseudoscorpiones | 1 |
| Mollusca | |
| Gastropoda | 1 |

Os indivíduos de *E. brasiliensis* retiveram, em média, 35 gramas de serrapilheira em suas copas. A biomassa de serrapilheira aumentou com a complexidade estrutural da planta ($p<0,001$) (tab.2). Plantas mais altas e com maior número de folhas apresentaram maior quantidade de serrapilheira acumulada em sua copa (fig.2).

Tabela 2. Resultados dos Modelos Lineares Generalizados completos para testar efeitos do número de folhas e altura sobre a biomassa de serrapilheira e a biomassa de serrapilheira sobre a riqueza. Foi utilizada a distribuição de erros Quasipoisson para todos os modelos e nível de significância $p<0,05$.

| Variável resposta | Variável explicativa | GL | Deviance | GL residual | Deviance residual | p |
|---------------------------|---------------------------|----|----------|-------------|-------------------|--------|
| Biomassa de serrapilheira | Número de folhas | 1 | 416.32 | 28 | 376.58 | <0.001 |
| | Altura | 1 | 126.99 | 27 | 249.59 | <0.001 |
| Riqueza de invertebrados | Biomassa de serrapilheira | 1 | 21.509 | 28 | 63.41 | 0.001 |

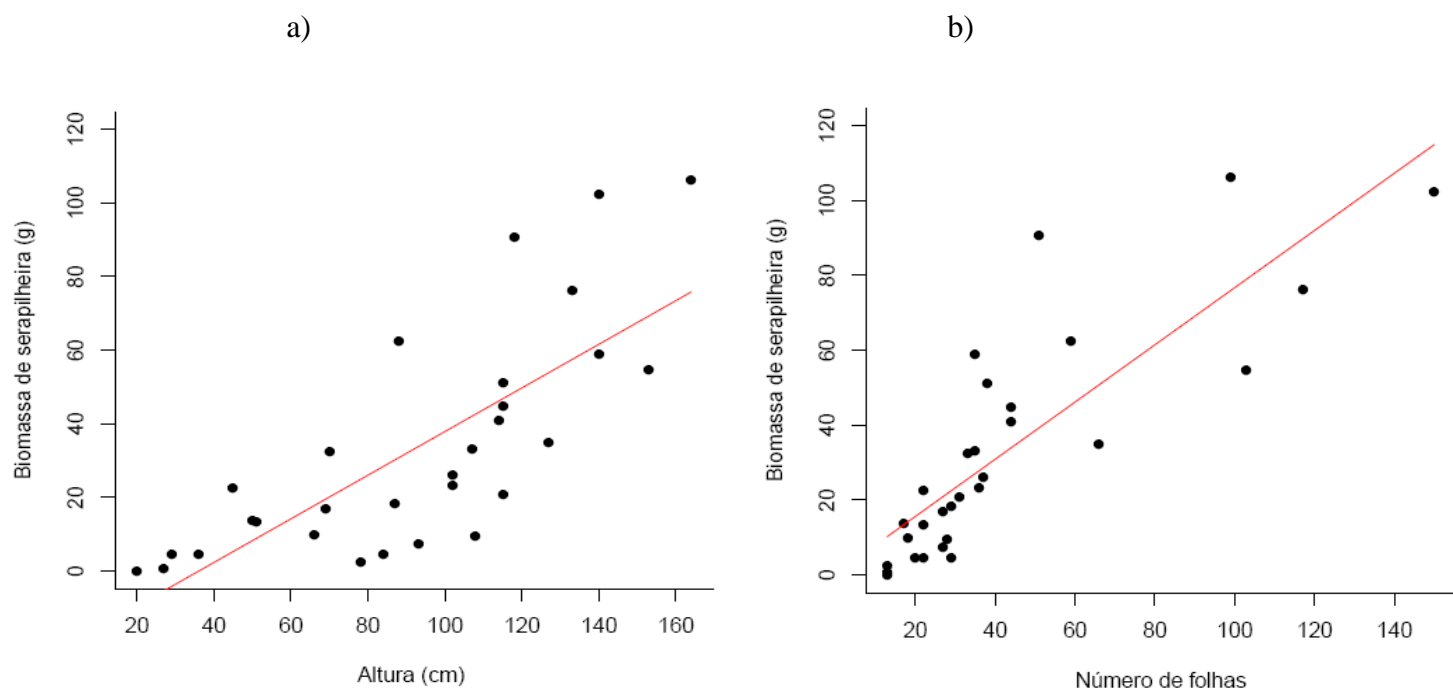


Figura 2. GLMs. O aumento da biomassa de serrapilheira foi positivamente correlacionado com a altura (2.a) e com o número de folhas (2.b) ($P < 0,001$).

A riqueza de invertebrados variou em função da biomassa de serrapilheira, sendo essa relação positiva: plantas que acumularam mais serrapilheira tiveram maior riqueza de *taxa* (fig.3; tab.2).

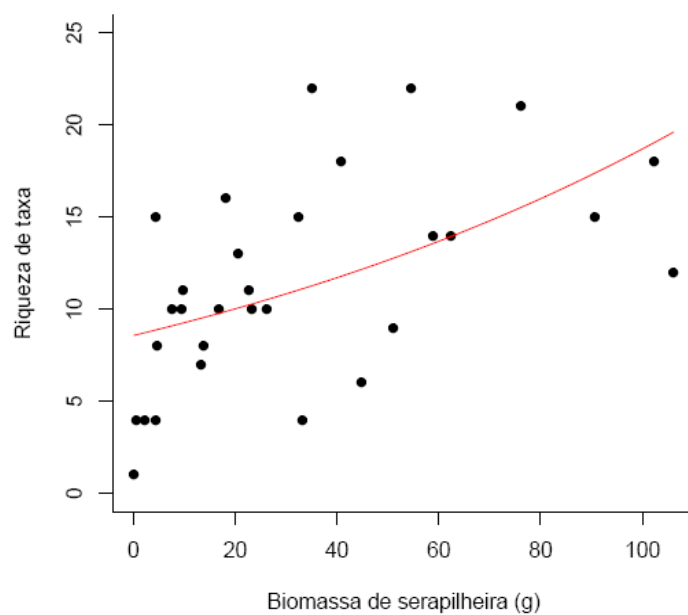


Figura 3. Análises de variância (ANOVA). Aumento da riqueza de *taxa* em função do acúmulo (g) serrapilheira ($p < 0,001$).

Discussão

O acúmulo de biomassa foi determinado pela complexidade estrutural de *E. brasiliensis*, corroborando nossa primeira hipótese. Indivíduos mais altos se destacaram dos outros na mancha ao competirem por luz e consequentemente, captaram maior quantidade de serrapilheira. Esta relação também foi observada quando comparamos a biomassa de serrapilheira e o número de folhas. A relação entre estas variáveis nos mostra como estes aspectos da arquitetura vegetal contribuíram para o aumento do acúmulo de serrapilheira e o papel desta como estruturadora do habitat para os invertebrados associados. A deposição de serrapilheira entre os pecíolos foliares e o tronco formam uma estrutura tridimensional onde os invertebrados são encontrados nos interstícios. Sabe-se que a complexidade estrutural aumenta a riqueza de fauna associada em diversos ambientes. Nos ambientes aquáticos, macrófitas aquáticas fornecem abrigo e alimento tanto para peixes menores, quanto para os invertebrados (Tomaz & Esteves, 2011). Corroborando a hipótese de complexidade estrutural, Mestre *et al* (2001) encontraram uma alta riqueza de invertebrados associados à água acumulada em bromélias-tanques (*Vriesea inflata*, Bromeliaceae), evidenciando que a arquitetura destas plantas gerou condições favoráveis à fauna associada, tais como abrigo, água e nutrientes. Para os ambientes terrestres, a influência da arquitetura na estruturação da fauna associada também é comum, como foi demonstrada por Campos *et al.* (2006) trabalhando com assembleias de formigas associadas às árvores no PERD. Os autores encontraram que árvores maiores são estruturalmente mais complexas, suportando uma maior riqueza e abundância de formigas em relação às menores. Todos estes trabalhos nos indicam que a arquitetura das plantas possibilitam a formação de um microambiente favorável à associação de invertebrados.

Nossa segunda hipótese, de que a riqueza de invertebrados aumenta com a biomassa de serrapilheira acumulada também foi corroborada. A serrapilheira é um importante recurso alimentar e de abrigo para os organismos decompositores e detritívoros (Begon *et al.*, 2007). Durante a triagem do material, percebemos que a matéria orgânica estava em vários estágios de decomposição, evidenciando assim, o papel dos decompositores e detritívoros como agentes do processo de ciclagem de nutrientes (Warren & Zou, 2002). Em *E. brasiliensis*, a serrapilheira acumulada formou uma estrutura tri-dimensional enquanto que aquela acumulada no solo, estava em uma configuração bi-dimensional. Os resultados de Longino & Nadkarni (1990) mostram

que as assembléias de formigas associadas à serrapilheira em árvores (acumulada em epífitas) e no solo foram diferentes entre si, sendo que no solo há maior riqueza. Acreditamos que, dada a menor distância entre *E. brasiliensis* (pouco mais de um metro) e o solo, comparada com a distância do dossel das árvores e o solo, a maior similaridade de fauna ocorre entre a serrapilheira presente no solo e aquela acumulada em *E. brasiliensis*. A fauna associada estudada foi extremamente rica tanto taxonomicamente quanto troficamente, pois encontramos uma fauna composta por decompositores e detritívoros (Collembola, Coleoptera), predadores (Aranae, Pseudoscorpiones), fragmentadores (Orthoptera) entre outros (tab. 1). Nós não testamos a similaridade de riqueza da fauna associada à serrapilheira nos indivíduos de diferentes classes de tamanho. No entanto, acreditamos que a fauna associada será similar em cada classe de tamanho, uma vez que indivíduos em uma mesma classe retêm quantidades semelhantes de serrapilheira, suportando assim, uma fauna associada também semelhante.

O sistema que nós estudamos é pouco conhecido e merece atenção dado que a ciclagem de nutrientes é um importante serviço ecossistêmico. Diante disso, recomendamos estudos futuros que testem: i) a taxa de acumulação de biomassa de serrapilheira e o *turnover* de espécies associadas (Paolucci *et al.*, 2012); ii) se há diferenças de composição de macrofauna associada à serrapilheira no solo e aquela associada à *E. brasiliensis*; (Longino & Nadkarni, 1990). Dado que *E. brasiliensis* ocorre em manchas e, assumindo que cada indivíduo *per se* é uma mancha de habitat em uma microescala espacial, a principal base para trabalhos futuros devem se apoiar na teoria de Biogeografia de Ilhas proposta por MacArthur & Wilson (1967).

Agradecimentos:

Nós agradecemos a Luís Alberto Falcão e Wesley DaRocha por todas as sugestões, críticas e revisões e a Frederico Siqueira Neves e "Tadeu" pela sugestão de desenvolvimento deste projeto, análises estatísticas e demais apontamentos. Financiamento: CAPES, CNPq, FAPEMIG através de repasses à ECMVS.

Referências:

Begon, M., Townsend, C.R., J.L. Harper. 2007. Decompositores e detritívoros. In: *Ecologia: de indivíduos a ecossistemas*. Cap. 11. p. 326-346. 4. ed. Porto Alegre: Artmed. 752 p.

- Campos, R., Vasconcelos, H.L., Ribeiro, S.P., NEVES, F.S., J.P. SOARES. 2006. Relationship between tree size and insect assemblages associated with *Anadenanthera macrocarpa*. *Ecography* (Copenhagen), Lund Sweden, v. 29, p. 442-450.
- Correia, M. E. F., L. C. M. de Oliveira. 2000. Fauna de Solo: Aspectos Gerais e Metodológicos. Seropedica: Embrapa Agrobiologia. p. 46
- Crawley M.J. 2007. The R book. Wiley, Chichester.
- Delitti, W.B.C. 1998. Ciclagem de nutrientes em cerrados. in: seminário regional de ecologia. São Carlos. p.1031-1045.
- IEF, 2012. <http://www.ief.mg.gov.br/> Acesso: 12/09/2012.
- Lopes, W. de P. L. , Silva, A.F. , Souza, A.L. , J. A. A. M. Neto. 2002. Estrutura fitossociológica de um trecho de vegetação arbórea no Parque Estadual do Rio Doce - Minas Gerais, Brasil. *Acta bot. bras.* 16(4): 443-456.
- Pires, L.A., Britez, R.M., Martel, G., S.N. Pagamo. 2006. Produção, acúmulo e decomposição da serapilheira em uma restinga da ilha do mel, Paranaguá, PR, Brasil. *Acta bot. bras.* 20(1): 173-184.
- R Core Team 2012 R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. ISBN 3-900051-07-0, <http://www.R-project.org/>. Acesso em: 9 de setembro de 2012.
- Lal, R., 1988. Effects of macrofauna on soil properties in tropical ecosystems. *Agric. Ecosystems Environ.*, 24: 101-116.
- Longino, J.T. & N.M. Nadkarni. 1990. A comparison of ground and canopy leaf litter ants (Hymenoptera: Formicidae) in a neotropical montane forest. *Psyche* 97 : 81-93.
- MacArthur RH, Wilson EO. 1967. The theory of island biogeography. Princeton University Press, Princeton.
- Mestre, L.A.M, José Marcelo R. Aranha, J.M.R.M.L.P.Esper.2001. Macroinvertebrate Fauna Associated to the Bromeliad *Vriesea inflata* of the Atlantic Forest (Paraná State, SouthernBrazil). Vol. 44, N. 1 : pp. 89 - 94.

- Morellato, L.P.C. 1992. Nutrient cycling in two south-east Brazilian forest. Litterfall and litter standing crop. *Journal of tropical ecology*, v.8, p.205-215.
- Paolucci, L.N.; R.R C. Solar, T.G.S •; Sperber, C.F.; J.H.Schoereder. 2012. How does small-scale fragmentation affect litter-dwelling ants? The role of isolation. 1459-1470.
- Silva, J., Jucksch I., Almeida Feres, C. I. M., R. C., Tavares. 2012. *Journal of Biotechnology and Biodiversity Fauna do solo em sistemas de manejo com café* Soil faunal in management systems with coffee. Vol. 3, N. 2: pp. 59-71.
- Siqueira, F.C., Gontijo, A.B., Amorim, P.T.C., S.P. Ribeiro. 2012. Annual and Seasonal Changes in the Structure of Litter-Dwelling Ant Assemblages (Hymenoptera: Formicidae) in Atlantic Semideciduous Forests. Hindawi Publishing Corporation *Psyche*, 12 p.
- Schumacher, M. V., Brun, E. J., Rodrigues L. M., E. M. Dos Santos. 2003. Retorno de nutrientes via deposição de serapilheira em um povoamento de acácia-negra (*acacia mearnsii* de wild.) no Estado do Rio Grande do Sul. *Sociedade de Investigações Florestais R. Árvore*. Viçosa- MG, v.27, n.6, p.791-798.
- Souza, V. C. & H. Lorenzi. 2008. *Botânica Sistemática: Guia Ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II*. 2ª. Edição, Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum.
- Tomaz, S. M. & Esteves, F. 2011: Comunidade de macrófitas aquáticas. *In: F. Esteves. Fundamentos de Limnologia*. Rio de Janeiro: Interciência. 461-523.
- Van Straalen, N. M. 1997. Community structure of soil arthropods as a bioindicator of soil health. *In: PANKHURST, B. M.; GUPTA, V. V. S. R. (Orgs.). Biological indicators of soil health*. CAB International. p. 235-265.
- Vasconcelos, H.L. 1990. Effects of litter collection by understory palms on the associated macroinvertebrates fauna in Central Amazonia. *Pedobiologia*, 34: 157 – 160.
- Siqueira, F.C. Gontijo, A.B.; Amorim, P.T.C.; Ribeiro, S.P. 2012. Annual and Seasonal Changes in the Structure of Litter-Dwelling Ant Assemblages (Hymenoptera: Formicidae) in Atlantic Semideciduous Forests. *Psyche*. V. 2012. 12 p.
- Schumacher, M. V., Brun, E. J., Rodrigues L. M., Dos Santos, E. M. 2003. Retorno de

nutrientes via deposição de serapilheira em um povoamento de acácia-negra (*acacia mearnsii* de wild.) No Estado do Rio Grande do Sul. Sociedade de Investigações Florestais R. Árvore. Viçosa- MG, v.27, n.6, p.791-798.

Warren, W.W. & X., Zou. 2002. Soil macrofauna and litter nutrients in three tropical tree plantations on a disturbed site in Puerto Rico. *Forest Ecology and Management* 170:161–171.